

近年、我が国の獣医療においても MRI 装置が導入され、普及しつつあるが、撮像部位は大部分が頭部や脊髄などの中枢神経系である。しかし、人医療においては中枢神経系のみならず、腹部の腫瘍疾患においても MRI 検査が広く行われ、得られた画像から多くの情報を得て、診断そして治療に対する予後評価に役立っている。一方、我が国の獣医療における MRI 装置は、現在までのところ低磁場装置が多く、そのため腹部の撮像に要する時間が長くなり、全身麻酔下による不動化や撮像中の息止めなどの問題から腹部領域ではほとんど実施されていない。腹腔内の腫瘍疾患は、多くが非特異的な臨床徴候であり、また腫瘍マーカーなどの特異的な血液学的評価も獣医療ではほとんど無いため早期診断が十分でなく、確定できた時点ですでに有効な治療法がないことも多い。従って、画像検査による早期の検出が非常に重要である。今のところ、腹腔内腫瘍の画像診断としてはエックス線検査、超音波検査、そして CT 検査が主流である。しかしながら、MRI 検査は軟部組織に対するコントラスト分解能がこれらの検査と比べて高く、MRI 検査を獣医療に応用することができれば診断精度がさらに高まることが予想される。このような背景から、本研究では高磁場 MRI 装置を用いて、腹腔内の腫瘍疾患に絞って、獣医療における有用性について検討した。まず、第 2 章では臨床例として犬の腸間膜に発生したリンパ腫に腹部 MRI 検査を実施し、その有用性について同時に実施した CT 検査と比較検討した。その結果、CT 検査では単純 CT 画像、造影 CT 画像およびこれらの画像を基に作成した 3D 合成画像などから血流が豊富な巨大な一つの腫瘤塊として描出されたが、MRI 検査では T1 強調撮像、T2 強調撮像および造影 T1 強調撮像で得られた画像から腫瘤塊とそれに癒着した消化管の構造が明瞭に描出できた。さらに MRI 検査では消化管の管腔構造の壁の厚さおよび信号強度から消化管の一部に浮腫や炎症が生じていることも合わせて示唆された。その後、実施した開腹手術所見では、腫瘍とその周囲臓器との関係、浸潤などの状態は MRI 検査で得られた所見とほぼ同様であり、CT 検査よりも正確に画像化できていたことを確認することができた。次に第 3 章では腹腔内において腫瘍とそれに隣接する正常器官への癒着の有無を評価する目的として out-of-phase T1 強調撮像検査を実施した。先ず、2 頭の健常犬を用いて前立腺領域における最適な out-of-phase T1 強調撮像の条件設定につい

て検討した。撮像時間や画質の明瞭化なども考慮した結果、TE（エコー時間）は 6.9 ms 前後に設定することで、腫瘍とそれに隣接する正常器官との癒着の有無の評価および画像全体の評価を明瞭に診断できることを示した。この検討で得られた撮像条件を基に、前立腺癌に罹患した犬 3 頭に対して造影前および造影剤投与後の out-of-phase T1 強調撮像検査を実施し、得られた画像を同時に行った造影前および造影剤投与後の CT 検査と比較検討した。その結果、CT 画像と比較して MR 画像の方が、内部構造については造影前および造影後の画像において、ともに鮮明な情報が得られた。また癒着の有無については、CT 検査では 3 頭全頭において癒着および浸潤の疑いありと診断したが、造影 out-of-phase T1 強調撮像においては、3 頭中 1 頭では水と脂肪の相殺を示す黒い縁取りラインを前立腺癌と直腸の間に明瞭に観察することができ、癒着の可能性はないと診断した。これらから、局所浸潤性の有無によって治療法や予後に大きな影響を与える悪性腫瘍に対して、MRI 検査は極めて詳細な画像情報を得られることが示された。第 4 章では、人医療で肝細胞癌の診断に実施されている Dynamic MRI 検査が獣医療でも応用可能かを検討した。健常ビーグル犬 5 頭を用い、まず Dynamic CT 検査を行い、大動脈、肝動脈、門脈および正常肝臓実質の造影タイミングを参考に Dynamic MRI 撮像時の条件設定を作成した。その撮像条件を用い、Dynamic MRI 検査を実施したところ、CT 検査で確認した解剖学的位置を参考にして大動脈、肝動脈、門脈および正常肝臓実質の各部位における動脈相、門脈相そして平衡相の 3 相の血行動態を明瞭に描出することができた。また造影剤の流入に伴う経時的造影増強曲線においてもそのピークは大動脈そして肝動脈が早く、造影剤の投与開始から 10 秒前後、続いて門脈が 30 秒前後で、そして正常肝臓実質が 60 秒前後と CT 検査での報告と同様に正常な犬の経時的変化を示すことができた。さらに、動脈相において肝動脈と正常肝臓実質との造影増強像の間において MRI 値と呼ばれる画像内の信号強度を表す数値を求めることによって明瞭な差が客観的に認められたことから、肝臓内の腫瘍性病変において血行動態やその支配血管が肝動脈か門脈かの鑑別が可能であることを示した。この結果を基に、第 5 章では臨床例として犬の肝臓に発生した直径 1cm 大の腫瘤塊に対し、Dynamic MRI 検査を実施した。直径 1cm 以下の腫瘤の検出は CT 検査では難しいと言わ

れているため、今回 Dynamic MRI 検査で得られた画像を、同時に実施した Dynamic CT 検査と比較検討した。その結果、Dynamic CT 検査では造影剤投与前において腫瘤塊を疑う結節像は認められなかったが、造影剤投与後に結節像が描出された。しかし、腫瘤塊は動脈相、門脈相および平衡相の 3 相全てにおいて造影増強像を示した。一方 Dynamic MRI 検査では造影剤投与前において正常な肝臓実質と比べて等信号領域と低信号領域の混合像を示す結節像を認めた。造影剤の投与によって造影前に等信号領域を示していた部位は動脈相では正常肝臓実質よりも高信号に、続く門脈相と平衡相では低信号に描出された。また投与前に低信号領域を示していた部位は、門脈相と平衡相では高信号に描出された。人医療では肝細胞癌は肝動脈を支配血管とするため動脈相において造影増強像を示し、門脈相で低信号化(washout)すると報告されており、結節像の一部は同様の血行動態を示したことから、腫瘤塊は肝動脈を支配血管とする肝細胞癌の可能性が高いと診断した。画像検査後に開腹手術により腫瘤の摘出を行ったところ、高分化型肝細胞癌と病理組織診断された。以上の結果から、獣医臨床においても Dynamic MRI 検査は肝細胞癌の診断として有用であることを示した。

人医療で近年実施されている腹部の拡散強調画像(DWI)検査は、腫瘍病変の検出、良性と悪性の鑑別、さらに腫瘍の進行度の診断に使用されており、T1 強調画像、T2 強調画像および造影 T1 強調画像などの従来の撮像方法よりも有用であるとの報告がある。腹部腫瘍診断における MRI 検査の更なる可能性を検討する目的として、第 6 章では獣医療においても腹部 DWI 検査が応用できるかの基礎的検討を行った。臨床上および血液学上において 13 頭の健常犬を用い、腹部臓器の DWI 検査を実施し、得られた画像から水分子の拡散状態を表す見かけの拡散係数(ADC)の測定を試みた。その結果、明瞭な DWI が得られ、かつ ADC 測定が可能であった臓器は脾臓と一部の腎臓および胆嚢のみであった。また一部の胆嚢では胆嚢管の近位部(上層)と遠位部(下層)において顕著に DWI の信号強度が異なる画像が認められたため、それぞれの ADC について Mann-Whitney' s U 検定を用いて評価したところ、上層のほうが下層よりも有意に高かった ($P<0.05$)。また腎臓の皮質と髄質の ADC についても同様の統計学的検討を実施したところ、髄質のほうが皮質

より有意に高値を示した ($P<0.001$)。今回の結果から獣医療における腹部腫瘍診断法としての DWI は撮像条件などの諸条件の更なる検討が必要だが、人医療と同様に有用な診断ツールとなる可能性を示した。

本研究では、人医療で普及されつつある腹部 MRI 検査が、獣医療において特に腹部腫瘍疾患の診断法として有用であるかについて、現在において一般的に実施されている CT 検査と比較しながら、検討を行った。その結果、CT 検査では巻き込まれた消化管と腫瘍の境界が不明瞭で一つの巨大な腫瘤として認められた病変が、MRI 検査では腫瘍と浮腫および炎症をおこした消化管であることを明瞭に描出することができた。また out-of-phase T1 強調撮像検査によって腫瘍とそれに隣接する正常器官が癒着しているか、接しているだけかについても CT 検査より明瞭に鑑別できる可能性を示した。さらに、肝臓疾患に対する Dynamic MRI 検査の撮像条件を設定し、その条件を基に肝臓内に高分化型肝細胞が認められた犬 1 頭に対して Dynamic MRI 検査を実施したところ、従来行われている Dynamic CT 検査よりも画質や支配血管の評価について詳細な情報を得ることができた。その他、獣医療における腹部腫瘍疾患に対する新たな MRI 検査の撮像法として DWI 検査を行い、健常犬を用いて基礎的な検討を実施したところ、人医療と異なり描出臓器が一部に限定されたが、ADC の測定は可能であった。撮像時間については CT 検査よりも若干かかることや、DWI 検査においては撮像条件を含めた更なる検討が必要であるが、獣医療においても腹部腫瘍疾患の診断法として軟部組織のコントラスト分解能が優れ、かつ種々の撮像方法が可能な MRI 検査はより詳細な情報をもたらすことができ、有用性が高いということを本研究によって明らかにすることができた。